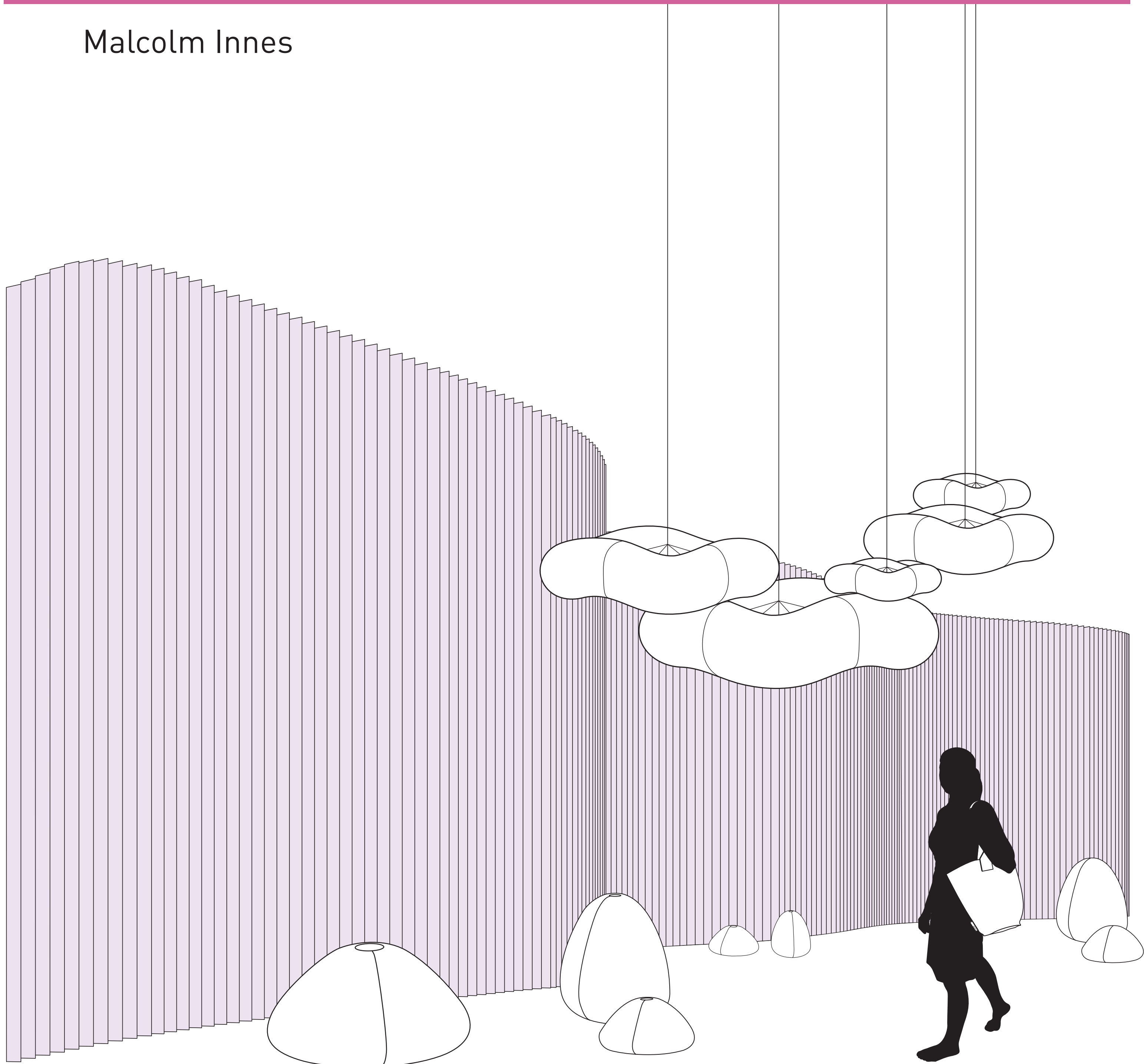
# ILUMINAÇÃO NO DESIGN DE INTERIORES

Malcolm Innes



GG®

Título original: *Lighting for Interior Design*. Publicado originalmente por Laurence King Publishing Ltd. em 2012

Desenho gráfico: John Round Design

Tradução, revisão técnica e preparação de texto: Alexandre Salvaterra
Revisão de texto: Felipe Grüne Ewald e Grace Mosquera Clemente
Design da capa: Toni Cabré / Editorial Gustavo Gili, SL
Fotografia da capa: Molo Design, Ltd.



ISBN: 978-85-65985-73-4 (digital PDF)
www.ggili.com.br

Crédito das imagens:
Folha de rosto: One Gyle Square, Edimburgo, projeto de luminotécnica de FOTO/MA
À direita: Corte de um esquema de iluminação para o Musée de l'Orangerie, Paris, projeto de Anne Bureau Concepteur Lumière

**Editorial Gustavo Gili, SL**
Rosselló 87-89, 08029 Barcelona, Espanha. Tel. (+34) 93 322 81 61

**Editora G. Gili, Ltda**
Av. José Maria de Faria, 470, Sala 103, Lapa de Baixo
CEP. 05038-190, São Paulo-SP-Brasil. Tel. (+55) (11) 3611 2443

**Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)**
**(Câmara Brasileira do Livro, SP, Brasil)**

Innes, Malcolm
Iluminação no design de interiores / Malcolm Innes ; [tradução Alexandre Salvaterra]. -- 1. ed. -- São Paulo : Gustavo Gili, 2014.

Título original: Lightning for interior design.
ISBN 978-85-65985-73-4
1. Iluminação [Arquitetura e decoração]
2. Arquitetura - Decoraçao e ornamento I. Título.

13-13150 CDD-729.28

**Índices para catálogo sistemático:**
1. Design de iluminação : Arquitetura e decoração 729.28

# ILUMINAÇÃO NO DESIGN DE INTERIORES

**Malcolm Innes**

GG®

# Sumário

# Introdução

*"Um homem comum se maravilha com o excepcional; um sábio se maravilha com o lugar-comum."*
CONFÚCIO

A luz nos envolve todos os dias; ela é o epítome do "lugar-comum", e esta familiaridade pode impedir que vejamos como ela é maravilhosa. A luz afeta nossos padrões de sono e horas de trabalho, nosso nível de atenção e nossa saúde. Ainda assim, as pessoas que configuram nosso ambiente construído frequentemente negligenciam o poder e a importância da luz. Esperamos que este livro encoraje os leitores a se encantarem com o lugar-comum e lhes ajude a criar grandes obras de arquitetura.

A palavra "visão" tem um significado mais amplo do que o de sua raiz latina (da palavra *videre*, que significa "ver"). "Visão" hoje inclui tudo aquilo que pode ser imaginado ou sonhado, mas também define o ato de ver — e é a luz que torna nosso mundo visível e que nos permite entender nosso entorno. Apesar disso, a importância da luz na arquitetura é frequentemente subestimada. As grandes obras da arquitetura de edificações e do design de interiores tocam nossos sentidos profundamente, mas é interessante considerar como raramente percebemos nossos ambientes construídos por um meio que não seja a visão. Sem a luz, o design de interiores simplesmente não tem como ser vivenciado: torna-se invisível. No entanto, a luz pode influenciar muito mais do que apenas nossa experiência visual da arquitetura.

A luz revela as cores e as formas tridimensionais, enquanto os focos de luz direcionados revelam a textura das superfícies e dos materiais. Esses elementos são tão importantes para o modo como percebemos um espaço que, sem o uso cuidadoso e apropriado da luz, um projeto jamais consegue alcançar a excelência.

A luz tem o poder de influenciar o tom e a atmosfera de um espaço. Alterar os padrões de luz, sombra e cor pode deixar os usuários relaxados ou alertas, acolhidos e confortáveis ou frios e desconfortáveis. A luz e a cor também podem ser utilizadas para fazer com que as pessoas se sintam estimuladas ou desanimadas. O uso habilidoso da luz permite que os projetos de design de interiores estejam impregnados das sensações e emoções que queremos transmitir aos usuários.

Diante da importância da luz e da cor no design de interiores, é surpreendente a frequência com a qual a iluminação parece acidental e irrelevante. A luz é intangível e imaterial, o que parece sugerir que ela também é incontrolável, mas o design se ocupa principalmente com a manipulação do espaço — outra propriedade imaterial.

Assim como a arquitetura de edificações e o design de interiores, o projeto de luminotécnica não é apenas uma arte ou uma ciência, mas sim a síntese de ambos.



**À esquerda**
Musée de l'Orangerie, Paris. Projeto de luminotécnica de Anne Bureau Concepteur Lumière. O cuidadoso projeto de luminotécnica foi fundamental para o sucesso da renovação desta galeria de arte.

# Sobre este livro

Esta obra é uma introdução ao tema do projeto de luminotécnica no design de interiores. Seu objetivo é explorar o potencial de uma iluminação bem projetada, sem obscurecer o assunto com o uso de conceitos científicos e fórmulas matemáticas. Embora esta obra não seja apenas um livro de imagens, ao longo de todo o texto serão apresentados projetos exuberantes e de grande impacto visual. As práticas de projeto de alguns dos maiores especialistas mundiais no projeto de luminotécnica também serão analisadas em detalhes, a fim de explorar alguns dos princípios fundamentais da disciplina.

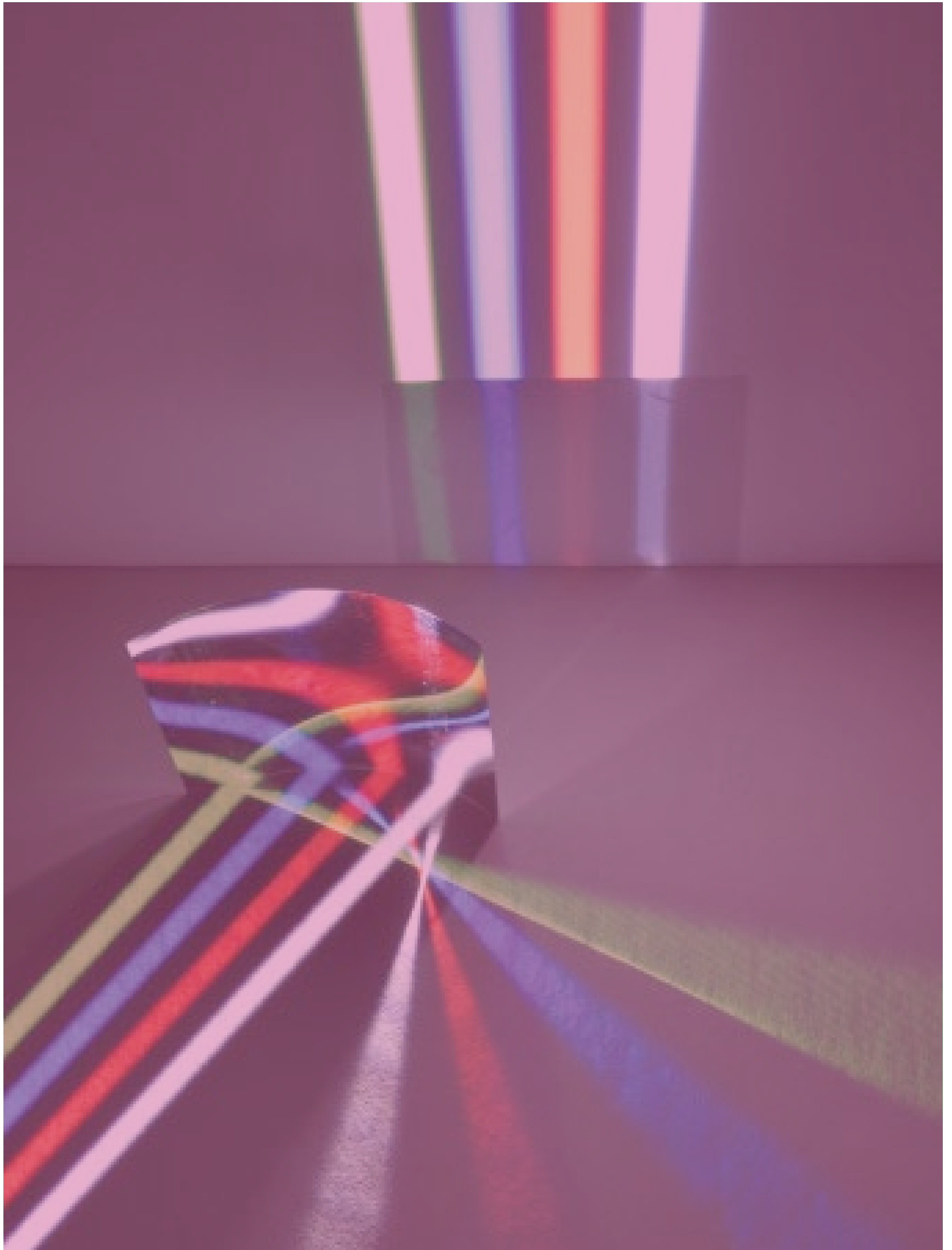
O livro está dividido em duas partes. A primeira, "Teoria", explica as propriedades físicas da luz e seus efeitos tanto físicos como psicológicos nos seres humanos. Essa seção descreve em linhas gerais os elementos da luz natural e artificial, incluindo uma discussão dos tipos de luminárias e sistemas de controle. A segunda parte, "Processo e Prática", primeiramente cobre os princípios de iluminação práticos, como projetar de modo adequado às necessidades humanas e como iluminar superfícies e espaços. A seguir são abordados os aspectos práticos da apresentação para os clientes e outros: como representar graficamente e com maquetes os sistemas de iluminação e a comunicação desde os primeiros croquis e maquetes até o fornecimento de especificações adequadas para os construtores e operários especializados e a importantíssima execução da obra. Todos esses elementos são cruciais para que se obtenha um projeto de luminotécnica bem sucedido.





**Acima, à direita**
Interior da Ópera de Copenhague, projeto de luminotécnica de Speirs and Major Associates. Um bom projeto de iluminação não somente melhora a forma como um usuário sente um espaço interno, mas também — como neste caso — ajuda os visitantes a circularem dentro do espaço.

**À direita**
Ópera de Copenhague. Um bom projetista também leva em consideração até que ponto a iluminação afetará o exterior de um prédio.



# **PARTE I** TEORIA

# 1. A física da luz

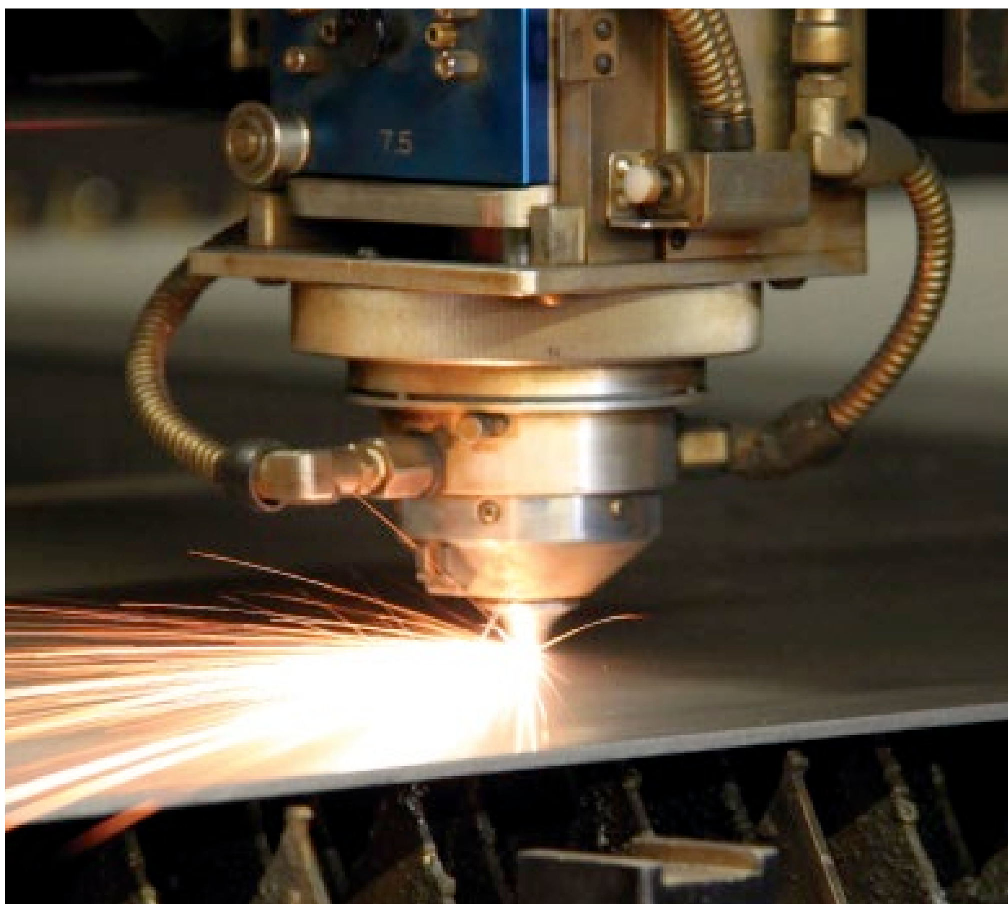
A luz provoca reações tanto físicas como emocionais nos seres humanos. Todos temos uma resposta "humana" à luz. Mas usando termos objetivos e científicos, o que seria a luz? Até mesmo no mundo objetivo dos cientistas, a luz é um conceito frequentemente confuso e contraditório. Na verdade, a natureza da luz tem sido tema de investigações filosóficas e científicas há séculos. O homem já buscava entendê-la antes do surgimento da matemática e da física.

Contudo, apesar dos milhares de anos de pesquisas, é incrível como, até o século XVIII, pouco se sabia sobre a luz além de suas características básicas e facilmente observáveis. Já havia sido notado que a luz se desloca em linha reta; que as superfícies polidas, como os espelhos, refletem a luz; e que os raios de luz que se cruzam não interferem uns com os outros. Foi apenas quando Sir Isaac Newton publicou sua obra *Opticks: A Treatise on the Reflections, Refractions, Inflections and Colours of Light* [*Um Tratado sobre as Reflexões, Refrações, Inflexões e Cores da Luz*], em 1704, que a verdadeira natureza da luz branca foi realmente entendida.

Porém, o maior salto para a compreensão da luz foi dado no século XIX e se deve à contribuição do físico James Clerk Maxwell. Sua obra de 1864, intitulada *A Dynamic Theory of the Electro-Magnetic Field* [*Uma Teoria Dinâmica do Campo Eletromagnético*], estabeleceu a verdade fundamental sobre a luz: ela é uma forma de energia.

Como Albert Einstein observou, "A obra de James Clerk Maxwell mudou o mundo para sempre". Einstein não tinha dúvida sobre a influência da obra de Maxwell em sua própria produção científica; ele descreveu a obra do físico como "a mais profunda e frutífera já vista desde a época de Newton".[1] Apesar de ser um meio tão determinante em nossas vidas, duas perguntas incrivelmente simples podem demonstrar como a maioria de nós sabe tão pouco sobre a natureza da luz: "O que é a luz?" e "O que é a cor?".

1 'James Clerk Maxwell' in *Encyclopædia Britannica*, 2010, Encyclopædia Britannica Online, 4 de maio de 2010, http://www.britannica.com/EBchecked/topic/370621/James-Clerk-Maxwell



**À direita**
O laser industrial consegue concentrar enormes quantidades de luz em uma área muito pequena, gerando energia suficiente para cortar uma chapa de aço.

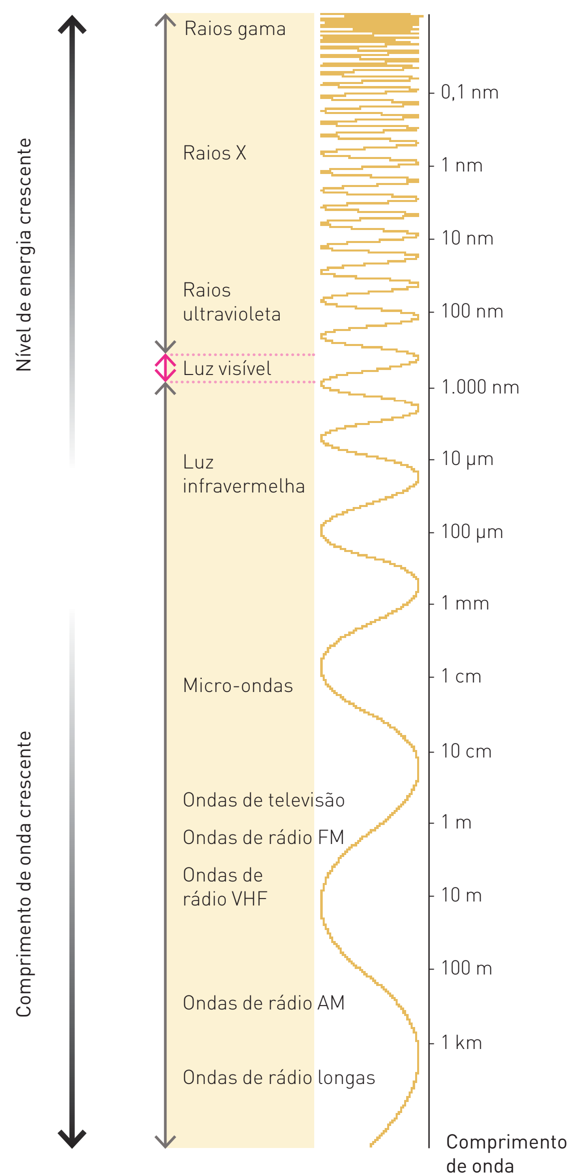
## O que é a luz?

A luz, como já dissemos, é uma forma de energia. Ela é parte do espectro eletromagnético que inclui as ondas de rádio, os raios X, infravermelhos e ultravioletas. Todas essas são formas de radiação eletromagnética diferenciadas por seu comprimento de onda (e, consequentemente, por seu nível de energia). Então podemos dizer que a luz é simplesmente isso: uma energia visível. Ela é uma forma de energia eletromagnética cuja amplitude de onda sensibiliza nosso sistema visual e nos proporciona a sensação da visão. Já a radiação infravermelha, ainda que seja outra forma de radiação eletromagnética, não é perceptível aos nossos olhos. A radiação infravermelha não nos provoca a sensação da visão — nós a sentimos na forma de calor.

Uma vez que a luz é uma forma de energia, ela segue as leis da física aplicáveis à energia, inclusive as leis da termodinâmica. A primeira lei da termodinâmica estabelece que a energia não pode ser criada ou destruída; ela apenas pode ser transformada de um tipo de energia em outro. A luz pode ser produzida pelo calor, quando um objeto se torna incandescente, ou seja, tão quente que irradia energia na forma luminosa. A luz pode ser gerada pela transformação da energia química. A luz também pode ser produzida pela transformação de outros tipos de energia eletromagnética, como a energia ultravioleta ou as micro-ondas.

Ao nosso redor, são inúmeras as evidências da energia incorporada na luz. As células fotoelétricas transformam a energia da luz visível em energia elétrica; as células industriais a laser são utilizadas para fazer cortes complexos em todos os tipos de materiais, desde delicadas folhas de papel até as mais espessas e duras chapas de aço. Mas a transformação mais onipresente da energia luminosa é encontrada nas plantas, que utilizam o poder da luz visível para converter o dióxido de carbono e a água em alimento (um processo chamado fotossíntese). O sistema visual humano converte a energia luminosa que entra em nossos olhos na energia química que é utilizada para levar ao cérebro as informações recebidas pelos olhos.

**Embaixo**
A luz visível é apenas uma pequena parte do espectro da radiação eletromagnética, que também inclui os raios X, as micro-ondas e as ondas de rádio.
A radiação com comprimento de onda entre aproximadamente 380 e 750 nm é a única parte do espectro eletromagnético que percebemos como luz. A energia infravermelha é sentida como calor.



## As propriedades físicas da luz – o que os projetistas precisam saber

Embora este livro trate do projeto luminotécnico e não seja um livro didático sobre física, é necessário entender algumas propriedades fundamentais da luz antes que possamos utilizá-la de modo efetivo em um ambiente construído. Quanto melhor entendermos as propriedades físicas da luz, mais fácil será utilizá-la de maneira criativa.

A propriedade mais básica da luz é que ela se propaga em linha reta, a não ser que incida em outro material. Além disso, um feixe luminoso é invisível aos nossos olhos, a menos que incida sobre um material como uma superfície sólida ou uma nuvem de poeira; o feixe luminoso se torna visível apenas ao atingir algo que reflita parte dele para nossos olhos. Os materiais que descreveríamos como brancos ou de cor clara têm tal aparência por refletir mais luz do que os materiais escuros. (No entanto, não é simplesmente a quantidade de luz que colocamos em um espaço que faz com que ele pareça bem iluminado: o que realmente faz diferença são as propriedades refletivas das superfícies daquele espaço. Um bom exemplo é um cômodo pintado de preto: sempre parecerá escuro, não importa a quantidade de luz que coloquemos nele.)

As superfícies polidas produzem as chamadas imagens especulares. A palavra especular significa "como um espelho", e uma boa imagem ou reflexão especular não irá distorcer o feixe de luz. É por isso que podemos usar os espelhos para ter a imagem de nós mesmos como os outros veem. Os refletores especulares mantêm a integridade de um feixe de luz, e uma luz que incide em determinado ângulo em uma superfície especular será rebatida em um ângulo igual, mas oposto ao ângulo de incidência. Quando direcionamos a luz de uma lanterna para um espelho, precisamos olhar para este a partir do ângulo correto a fim de ver a reflexão do feixe luminoso da lanterna.

As superfícies muito foscas produzem reflexões difusas. Um refletor difuso perfeito refletirá a luz da mesma forma a partir de todos os ângulos. Uma folha de papel sulfite simples de cor branca é um exemplo de difusor quase perfeito. O feixe luminoso é interrompido quando atinge a superfície de um refletor difuso, e a luz que atinge a superfície em ângulo tem sua direção desviada na reflexão. Seja qual for a direção da qual observamos a folha de papel, ela parece ter o mesmo nível de luminosidade.

Um equívoco comum é pensar que as superfícies brilhantes refletem mais luz do que as foscas. Isso nem sempre ocorre; a diferença entre uma superfície fosca e uma brilhante está na direção na qual ela reflete a luz. Um espelho pareceria escuro se visto de uma posição a partir da qual a fonte de luz não é visível; já uma folha de papel branca que for iluminada por uma lanterna parecerá ter o mesmo nível de brilho, não importa de qual direção a observamos.

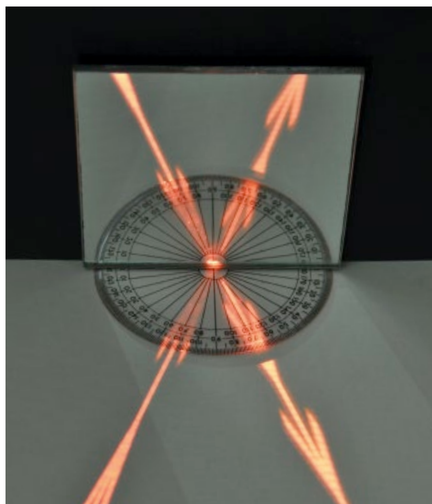
A luz se propaga em linha reta, mas quando se move de um meio transparente a outro, sua direção pode ser afetada. Este processo é chamado refração e acontece quando a luz atravessa materiais com diferente densidade ótica (a qual é medida como índice de refração). Uma lente de vidro curva também desviará a luz que, vindo do ar, se desloca através do vidro, gerando um foco em um ponto qualquer além da lente.

### DICA MATERIAIS OPACOS

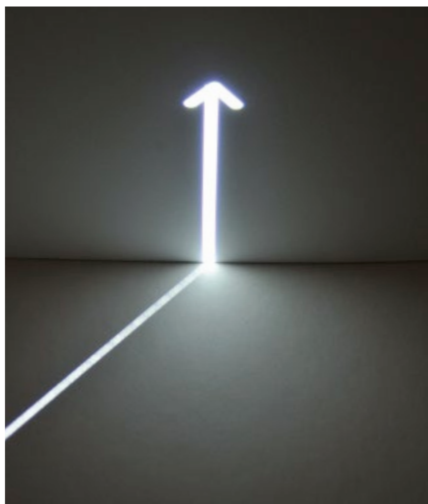
Apesar de o termo "opaco" frequentemente ser mal empregado, ele possui apenas um significado. Os materiais opacos são aqueles que não são transparentes e através dos quais não conseguimos enxergar — isto é, eles não permitem a passagem da luz. Na maioria das vezes, quando as pessoas dizem "opaco", elas na realidade querem dizer "translúcido". Um material translúcido, como o vidro jateado ou o papel-manteiga, não permite uma visão clara, embora deixe que alguma luz o atravesse — ele é semitransparente. Portanto, quando falamos sobre a luz, é fundamental que usemos essa terminologia de modo correto e questionemos os outros para que digam claramente o que querem dizer.

# REFLEXÃO

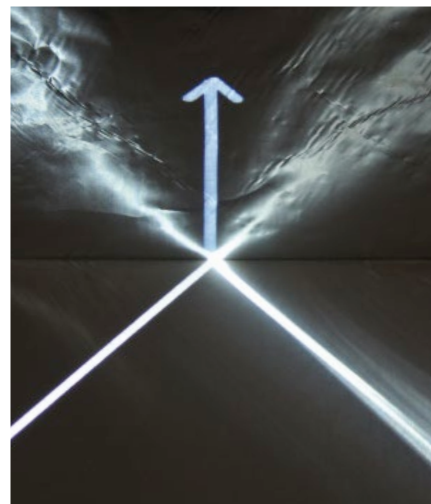
O que define nossa impressão visual dos materiais, objetos e espaços é a interação entre a luz e as superfícies. Sem a luz, as superfícies permanecem invisíveis, e sem uma superfície que interrompa um feixe luminoso, a própria luz é invisível. Uma mera mudança no revestimento de uma parede ou a instalação de um espelho ou uma pintura esmaltada pode modificar de maneira radical o aspecto de um espaço iluminado. Portanto, compreender e levar em conta a reflexão é um componente essencial de qualquer sistema de iluminação.



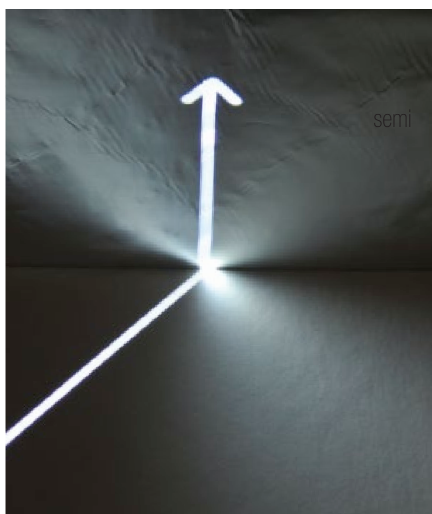
1 Um espelho comum é uma boa aproximação de um refletor perfeito. De acordo com as leis da reflexão, um feixe de luz que incide no espelho em um ângulo será refletido em um ângulo igual, mas na direção oposta. Isso é chamado imagem ou reflexão especular.



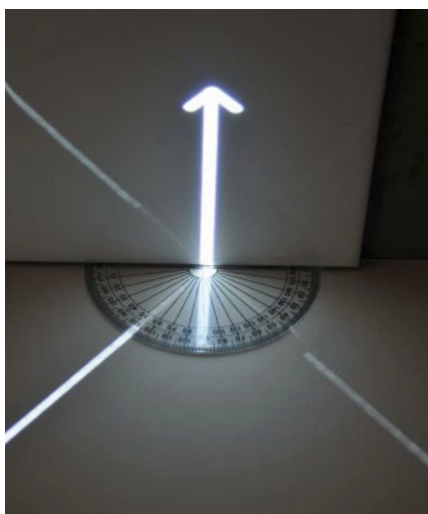
2 O papel branco apenas produz uma leve reflexão. Embora a luz incida na superfície em ângulo, a reflexão não apresenta uma única direção; ela é refletida de forma praticamente idêntica em todas as direções. Isto é chamado imagem ou reflexão difusa.



3 O alumínio polido também pode produzir reflexões especulares, como se fosse um espelho. Se o polimento não for perfeito ou a superfície não for totalmente plana, a imagem refletida ficará imperfeita.




4 Uma superfície não polida, como uma chapa de alumínio vinda de fábrica (sem polimento), é um meio-termo entre um refletor perfeito e um difusor. Mesmo assim, a reflexão resultante, suave e difusa, pode estar diretamente relacionada com a direção do feixe luminoso. Este tipo de refletor é chamado refletor semiespecular.



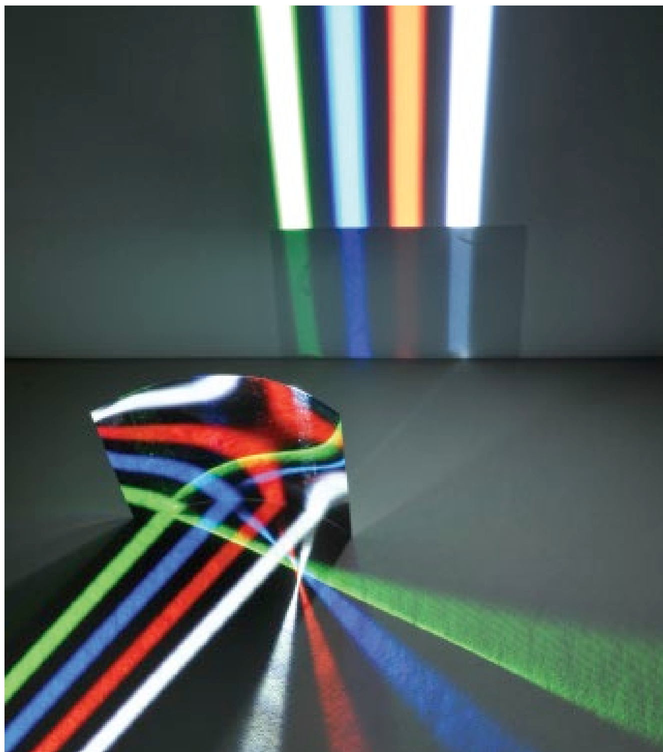
5 A superfície de um azulejo cerâmico vitrificado produz uma reflexão difusa, devido a seus pigmentos brancos, e uma reflexão especular, devido ao esmalte. Nesta imagem, a luz incidente sobre o azulejo cerâmico produziu um brilho suave no plano-base, bem como uma linha refletida bastante clara à direita da fotografia. A linha brilhante e inclinada à esquerda do azulejo é uma reflexão do feixe luminoso que aparece no plano-base.



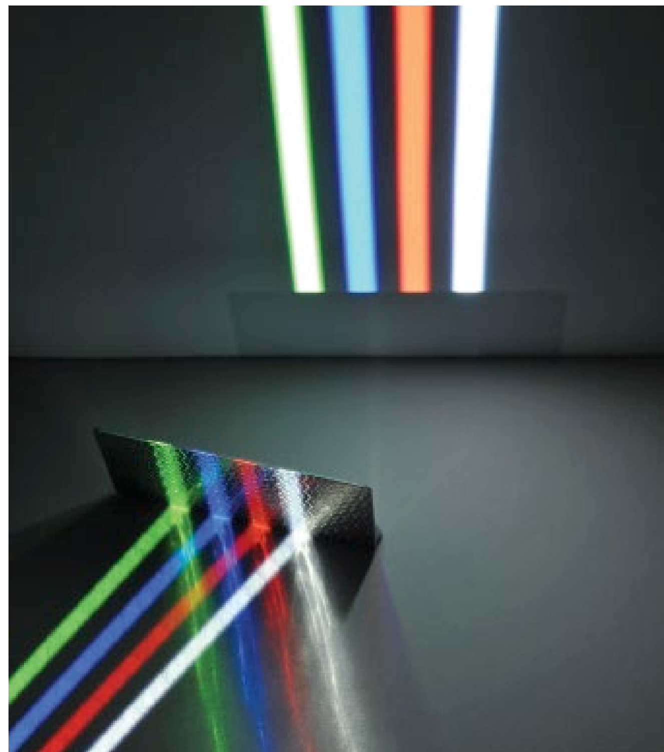
6 Uma superfície colorida, seja polida ou fosca, sempre emprestará parte de sua cor à luz refletida. O feixe luminoso que incide na parede laranja é branco, mas a luz refletida no plano-base (o piso) assume a cor da parede.

# ESPELHOS

Embora muitos tipos de equipamentos de iluminação utilizem lentes, a maioria das luminárias usa refletores para controlar a direção e difusão da luz oriunda de uma fonte. Em geral, os refletores são feitos de alumínio polido ou plástico com uma pintura ou um acabamento especular. Superfícies espelhadas planas e perfeitas raramente são utilizadas, uma vez que exigem uma precisão muito alta no posicionamento da fonte de luz. Em vez disso, são empregadas combinações de espelhos curvos e superfícies texturizadas a fim de gerar uma difusão mais homogênea da luz. Refletores que não são perfeitos são preferíveis, pois permitem maior tolerância no posicionamento da fonte de luz e, consequentemente, produzem menos variações entre as várias luminárias que costumam ser utilizadas em um espaço.



1 Esta folha de papel vegetal curva tem acabamento especular. A curva faz com que os feixes luminosos paralelos incidam na superfície refletiva em diferentes ângulos, e isso gera o padrão de reflexão. Nesta fotografia, os feixes luminosos paralelos estão chegando pelo lado inferior esquerdo e sendo refletidos até se encontrar em um ponto à frente do refletor curvo — o foco da curva. É fácil ver que, com uma fonte de luz situada no ponto focal, um feixe luminoso paralelo seria gerado por esse formato de refletor.



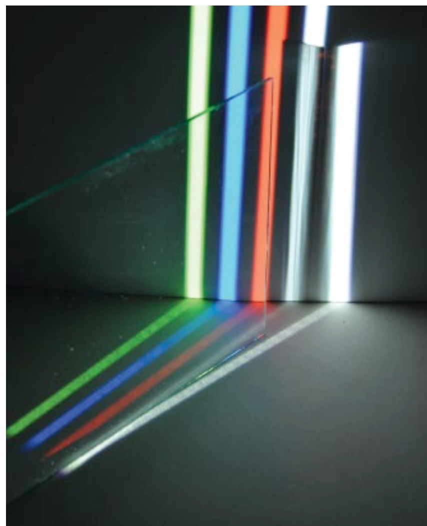
2 Os refletores de luminárias muitas vezes são fabricados com materiais que não são espelhos planos perfeitos. Esta amostra de alumínio tem acabamento especular, mas também é extremamente texturizada. Ela produz uma reflexão especular, mas seu acabamento texturizado introduz certa variação, tornando a difusão mais ampla e criando um pouco de brilho quando a luz é refletida em direção ao observador. Os materiais texturizados como esse são bastante utilizados em refletores de luminárias para "suavizar" a luz produzida por fontes muito intensas.

# TRANSPARÊNCIA

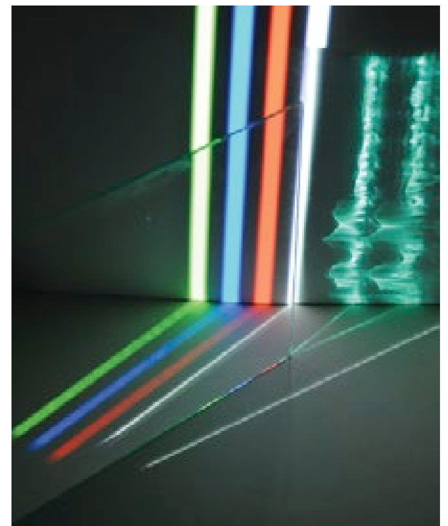
A luz pode atravessar vários materiais, que por este motivo são chamados transparentes. Costumamos pensar que, no caso da maioria desses materiais, toda a luz incidente os atravessa, pois, de fato, uma definição física da transparência é que o calor ou a radiação eletromagnética pode atravessá-los sem serem distorcidos. No entanto, até mesmo o vidro das janelas provoca interferências, apenas transmitindo uma parcela da luz que sobre ele incide e barrando completamente partes do espectro não visível. Mesmo assim, os materiais transparentes são uma característica essencial de nossos ambientes construídos; para fazer um projeto de luminotécnica, você precisa entender como trabalhar com tais materiais.



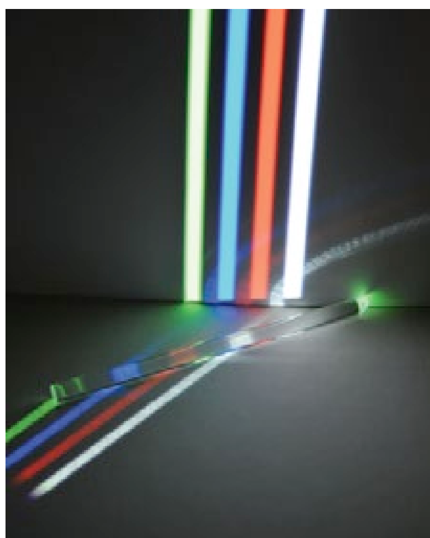
1 Mesmo um material transparente jamais permite que 100% da luz nele incidente o atravesse. A superfície polida desta fina lâmina de acrílico reflete parte da luz. Um vidro de janela normal costuma transmitir no máximo cerca de 80% da luz visível que chega a ele.



2 Quanto mais agudo for o ângulo da luz incidente, maior será a quantidade de luz refletida. Neste exemplo, uma lâmina de vidro foi colocada em um ângulo muito agudo em relação a um feixe de luz branca. A maior parte da luz é refletida pelo vidro, resultando em uma linha de luz transmitida significativamente mais escura.



3 A partir de determinado ponto, o ângulo de incidência da luz se torna tão agudo que nenhuma parcela da luz consegue atravessar diretamente o material transparente, ou seja, toda a luz é refletida. Quando a luz é direcionada a um ângulo muito agudo na borda de um material transparente como esta lâmina de vidro, ela é refletida pelas superfícies internas, sendo rebatida várias vezes ao longo da lâmina, até emergir na outra extremidade. Neste caso, a luz é distorcida pelas imperfeições da superfície do vidro. Além disso, ela adotou um tom esverdeado ao se deslocar através de uma camada de vidro equivalente a 15 cm.



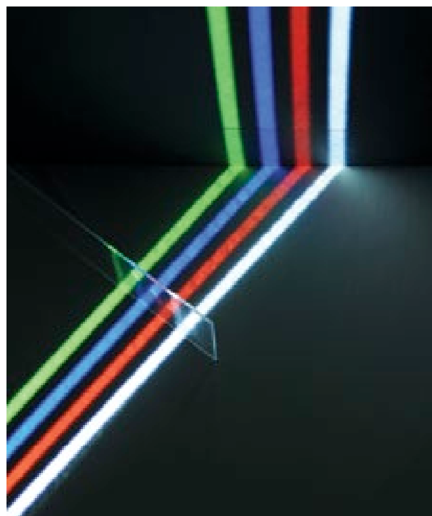
4 Esta vareta de acrílico interrompe o raio de luz verde e, por meio da reflexão interna, a luz é transportada ao longo de seu interior, emergindo na outra extremidade.



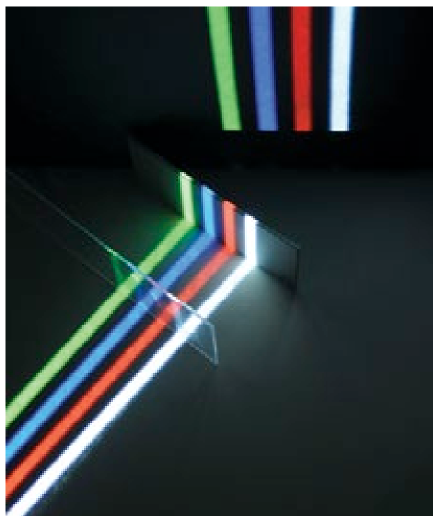
5 O cabos de fibra ótica são fabricados de modo a redirecionar a luz mediante o processo de reflexão interna total. Contudo, em vez de utilizarem apenas um elemento (como no caso da vareta de acrílico da figura 4), os cabos de fibra ótica costumam ser compostos de vários fios mais finos, conferindo maior flexibilidade e permitindo que sejam dobrados em curvas fechadas, sem perda da luz. Observe como este pequeno conjunto de cabos de fibra ótica de plástico captura parte da luz dos feixes luminosos verde, azul e vermelho e os transporta ao longo de toda sua extensão, até sair na extremidade do outro lado. A fibra ótica para iluminação é muito boa para transmissão da luz visível, mas má condutora de ondas infravermelhas (calor). Essa propriedade permite que uma fonte de luz quente seja separada dos materiais sensíveis ao calor que devem ser iluminados.

# FILTROS E LENTES

Muitos materiais transmitem mais luz do que refletem. Costumamos nos referir a tais materiais como sendo "transparentes", mas mesmo os materiais transparentes filtram parte da luz que transmitem. Os vidros que geralmente utilizamos em janelas tingem a luz de um tom verde muito sutil. Quanto mais espessa for a vidraça, mais ela tingirá a luz de verde. Outros materiais geram cores fortes, difundem a luz ou alteram seus feixes de algum modo. Os projetistas podem tirar partido das propriedades desses materiais a fim de controlar a cor e a difusão da luz em seus projetos.



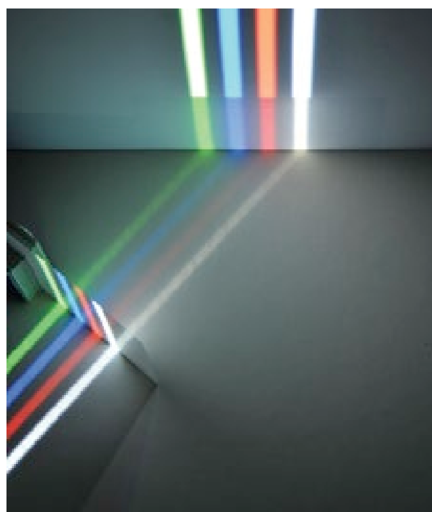
1 Os materiais transparentes e incolores permitem que a luz os atravesse sem afetar de maneira significativa sua cor ou difusão.



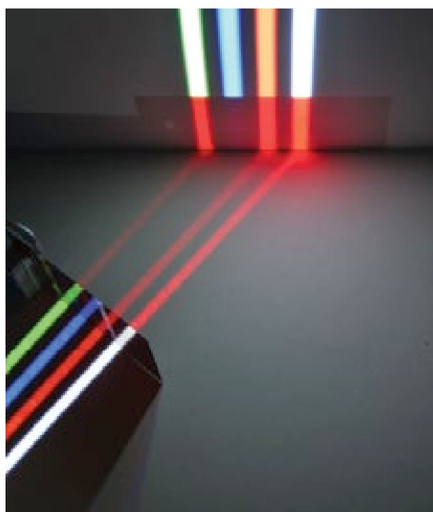
2 O termo "opaco" é frequentemente mal empregado, tendo na verdade apenas um significado. Os materiais opacos são aqueles que impedem a passagem total da luz. Esta imagem mostra um cartão opaco interrompendo os feixes luminosos e gerando uma sombra na parede que está por trás.



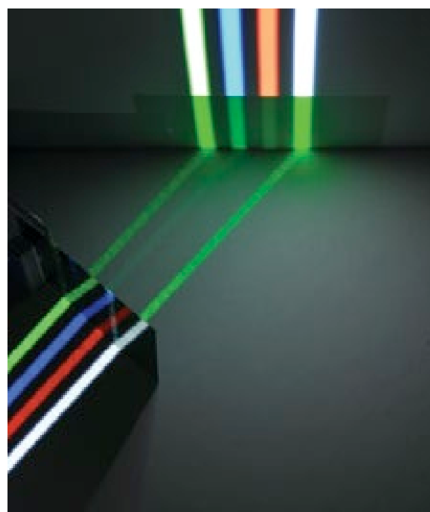
3 Os materiais translúcidos, como o vidro fosco, o pape-manteiga ou a folha de papel desta fotografia, muito utilizados na iluminação cênica, permitem que a luz os atravesse, mas difundem o raio luminoso. Cada material difundirá o feixe luminoso em grau distinto.



4 Este filtro para iluminação cênica, chamado *light frost*, é bastante fino e, assim como uma lâmina de vidro levemente jateado, suaviza um pouco os feixes luminosos, mas ainda assim permite que permaneçam distintos. Tal nível de difusão não é adequado para criar uma caixa de luz ou um painel iluminado por trás, pois as lâmpadas permaneceriam claramente visíveis.

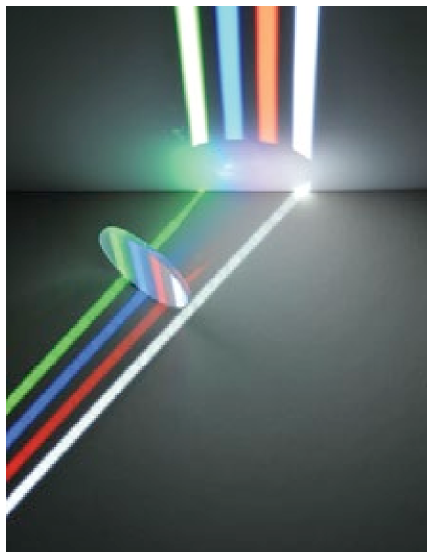


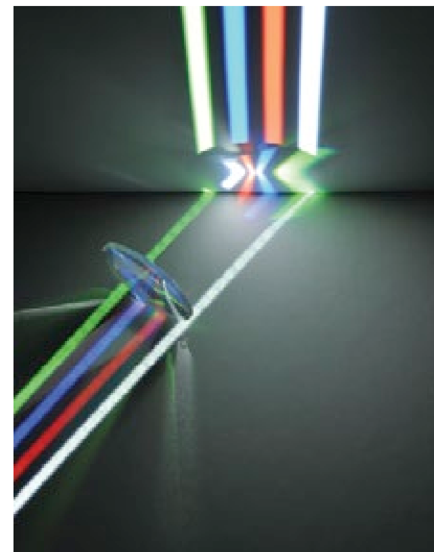
5 Materiais transparentes coloridos permitem a passagem da luz de certas cores, mas bloqueiam outras. Este filtro cênico permite a passagem da luz vermelha. Os feixes de luz verde, vermelho e branco possuem um pouco de luz vermelha em seus espectros, a qual, portanto, passa pelo filtro, sendo todas as demais cores absorvidas por ele. Já a luz azul não contém vermelho, e é totalmente barrada pelo filtro.



6 Este filtro de cor verde absorve todas as cores, exceto o verde. Neste caso, o feixe de luz vermelha, que contém muito pouco verde, fica muito fraco em relação aos demais.



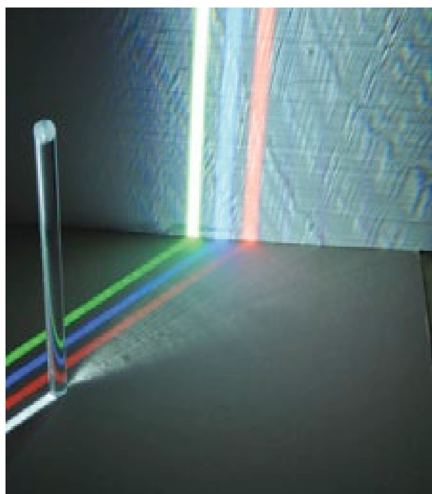


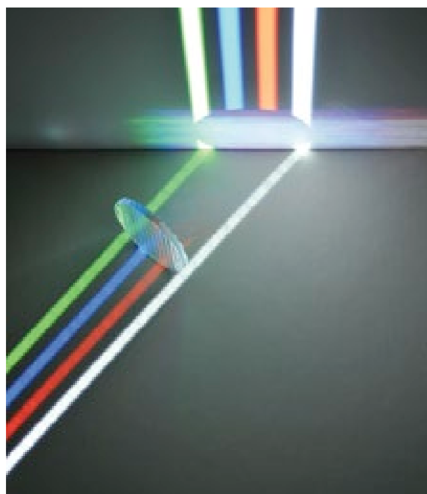


7 Enquanto os feixes de luz verde, azul e branco contêm um pouco de luz azul, o feixe vermelho não tem nada de azul e fica muito escurecido pelo filtro desta cor. Uma quantidade de luz muito pequena é visível no feixe vermelho, mas isso se deve, em grande parte, ao fato de o material do filtro não ser perfeitamente azul, nem bloquear bem a parte infravermelha do espectro luminoso. Isso permite que uma pequena quantidade de luz vermelha passe, misturando-se com o tom azul e gerando uma faixa levemente roxa em vez de vermelha.

8 Este pedaço de vidro jateado não difunde completamente a luz, mas produz um feixe de luz com bordas muito suaves na parede ao fundo. Esse tipo de filtro difusor é empregado para suavizar o feixe luminoso de um spot estreito.

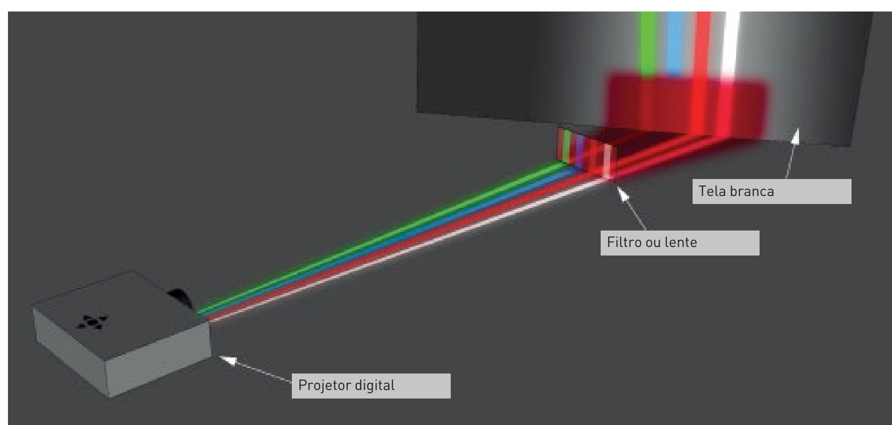
9 Esta lente convexa e transparente dobra a luz no mesmo grau em todas as direções, criando um feixe luminoso circular.





11 Este filtro de vidro é transparente, mas uma de suas faces é canelada. Ele funciona como um conjunto de lentes cilíndricas, difundindo a luz em um plano e criando um feixe luminoso elíptico. Esse tipo de lente costuma ser empregado para difundir a luz de um spot circular, a fim de iluminar adequadamente objetos altos em expositores de museus. Por isso, costuma ser chamado lente escultórica ou simplesmente lente difusora.

10 Esta vareta cilíndrica de acrílico funciona como uma lente bidimensional que refrata a luz, mas apenas em um plano. A lente divide o feixe luminoso branco horizontalmente, mas não verticalmente.




**À direita** Diagrama que explica como as análises ilustradas nestas páginas foram feitas com o uso de um projetor digital.

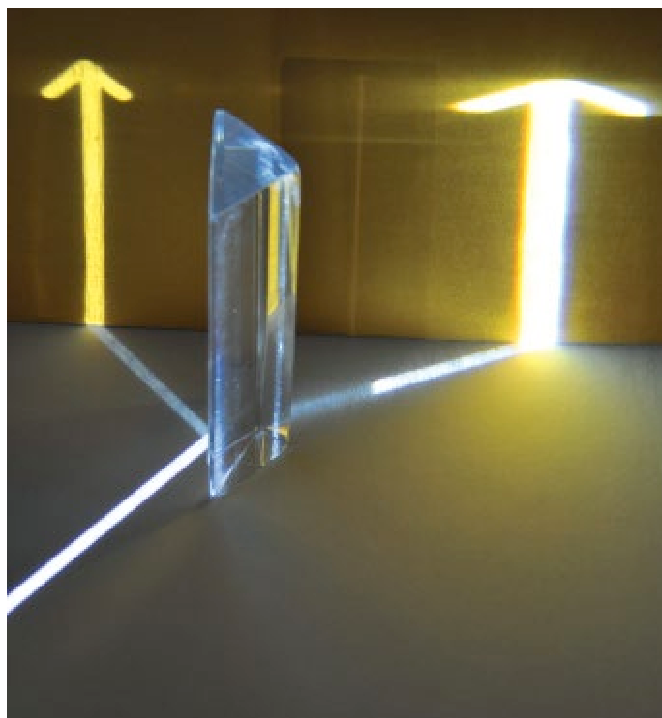
# REFRAÇÃO

A luz se propaga em linha reta, mas, quando atravessa de modo oblíquo materiais transparentes com diferentes densidades, ela pode ser defletida, ou seja, sua direção pode ser afetada. O grau de deflexão é determinado em função da densidade dos elementos através dos quais a luz passa (como o vidro e o ar) e do ângulo no qual a luz incide na superfície do material transparente.

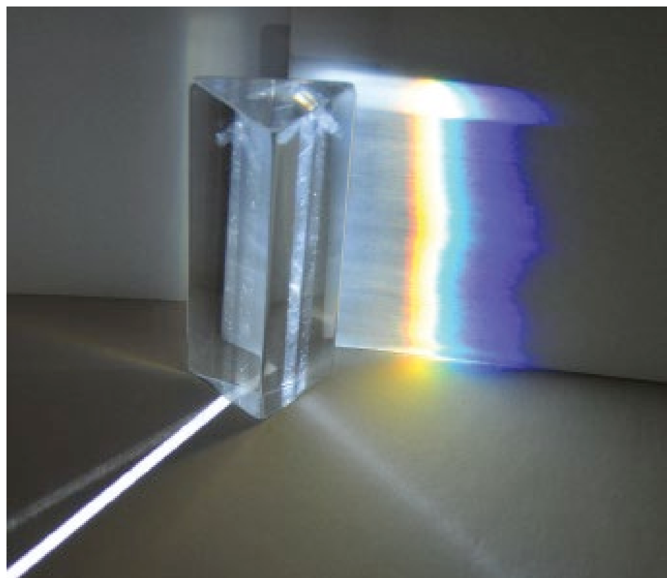
Esse processo de refração permite a nossos olhos desviar a luz que passa através de nossas pupilas, de modo que seja focada na retina, no fundo do olho. A refração também nos permite criar lentes que dobram os raios luminosos e provocam sua deflexão em vários equipamentos, como tocadores de DVD, telescópios e projetores.



1 Este copo de água causa a refração do raio luminoso focalizado, difundindo-o em um padrão borrado nas superfícies ao fundo. O grau de refração é afetado pelo ângulo da luz ao incidir na superfície do objeto. As diferentes curvas do vidro dobram a luz em diferentes graus.



2 Neste ângulo, o prisma de acrílico produz tanto imagens refletidas como refratadas. Parte da luz é refletida pela superfície polida e atinge o lado esquerdo da parede ao fundo. Outra parte da luz entra no prisma e sofre refração, o que faz com que saia em ângulo diferente e atinja o lado direito da parede ao fundo. As lentes funcionam como refratores — desviando a luz de modo a conferir nova direção ao foco luminoso.



3 O processo de refração na verdade desvia os diferentes comprimentos de onda em diferentes graus. Nesta imagem, a linha de luz branca é borrada pelo prisma, mostrando as cores que compõem o feixe luminoso.

# SOMBRAS PROJETADAS

Embora isso seja frequentemente desconsiderado, o projeto de um sistema de iluminação também envolve o planejamento da localização e da profundidade das sombras projetadas. Em um projeto de luminotécnica não se busca eliminar a projeção de sombras, mas aproveitá-la da melhor maneira possível. Muitas informações sobre a luz de um espaço podem ser deduzidas em função da natureza das sombras projetadas: o número de fontes de luz, suas localizações, a direção na qual elas focam sua luz, suas intensidades relativas e suas distâncias em relação a um objeto. As sombras projetadas são indicadores vitais utilizados por nosso sistema visual para a interpretação de uma forma tridimensional e da textura dos objetos que estão em nosso campo de visão.



1 A fonte de luz difusa que está próxima a essas chapas perfuradas mal projeta uma sombra. A chapa com orifícios em forma de estrela está a uma distância intermediária entre a fonte de luz e a parede ao fundo.



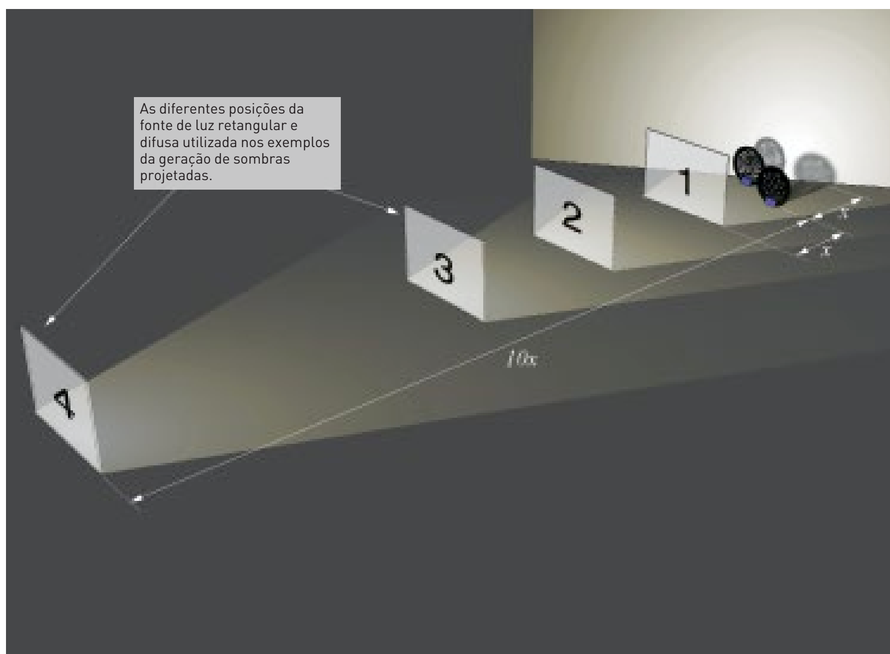
2 Se você deslocar um pouco a fonte de luz, as sombras projetadas começam a surgir. A nitidez de uma sombra projetada é proporcional à distância; assim, as distâncias relativas entre as fontes de luz, o objeto iluminado e a superfície de fundo afetam a qualidade da sombra projetada. Observe que a chapa perfurada mais ao fundo projeta uma sombra mais nítida, pois a distância entre a fonte de luz e a chapa é muito maior do que a distância entre a chapa e a parede.



3 Se você afastar um pouco mais a fonte de luz, as sombras ficarão mais nítidas.



4 Mesmo com uma fonte de luz bastante difusa, uma sombra nítida pode ser criada, desde que a distância entre a luz e o objeto seja bem maior que a distância entre o objeto e a superfície ao fundo. No caso, a relação entre a distância da fonte de luz até a chapa perfurada e da chapa até a parede é de aproximadamente 10:1.

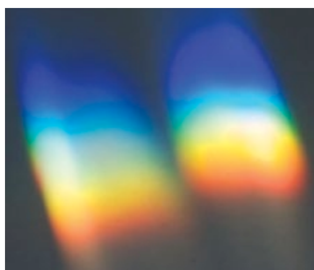


## O que é a cor?

A cor é uma propriedade incrivelmente importante de nosso mundo visual, ainda que seja muito difícil descrevê-la. Ela não somente é difícil de definir, como tampouco existe da maneira como costumamos acreditar que ela seja. Simplificando ao máximo, podemos dizer que respondemos aos diferentes comprimentos de onda da luz por meio da sensação da cor. As famosas experiências de Isaac Newton com a luz do sol e os prismas — repetidos em todos os arco-íris — demonstraram que a luz branca é uma mistura de cores.

Costumamos pensar na cor como uma característica intrínseca de um objeto ou material — "a casca de uma laranja é cor de laranja" e a cor de um carro vermelho é vermelha. Mas isso nem sempre é verdade: há situações nas quais a laranja e o carro vermelho não parecem ter as cores que esperamos. Quando dizemos que um carro é vermelho, na verdade o que queremos dizer é que quando aquele carro está sob a luz branca, seu pigmento de tinta reflete principalmente a luz vermelha. Esta é uma maneira muito diferente daquela que geralmente usamos ao descrever cores e objetos.

**À direita**
Quando a luz branca passa atravessa um prisma de vidro, os diferentes comprimentos de onda da luz visível sofrem tal difração que vemos as cores individuais que foram combinadas para formar a luz branca.





**Acima**
Um arco-íris produz o mesmo efeito que um prisma. As gotas d'água que estão no céu dispersam os vários comprimentos de onda em diferentes graus, gerando os característicos arcos coloridos que vemos no céu.

**À direita**
O espectro eletromagnético completo é composto de radiações com diferentes comprimentos de onda, cada uma com suas propriedades específicas. A pequena faixa de radiação que percebemos como luz visível cobre os comprimentos de onda que variam aproximadamente entre 380 e 750 nm. Dentro dessa faixa, cada comprimento de onda provoca a sensação de uma cor diferente: as ondas da luz vermelha têm comprimento de mais ou menos 700 nm, as da verde, cerca de 530 nm e as da azul, cerca de 470 nm.

